

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-47133

(P2000-47133A)

(43)公開日 平成12年2月18日(2000.2.18)

(51)Int.Cl. ⁷ G02B 26/10	識別記号 103	F I G02B 26/10	103	テマコード (参考) 2H045 E 2H087
13/00		13/00		
13/18		13/18		

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全14頁)

(21)出願番号 特願平10-218949	(71)出願人 000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(22)出願日 平成10年8月3日(1998.8.3)	(72)発明者 小野 信昭 東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内
(31)優先権主張番号 特願平9-221603	(74)代理人 100067873 弁理士 横山 亨 (外1名)
(32)優先日 平成9年8月18日(1997.8.18)	
(33)優先権主張国 日本 (JP)	
(31)優先権主張番号 特願平10-140776	
(32)優先日 平成10年5月22日(1998.5.22)	
(33)優先権主張国 日本 (JP)	

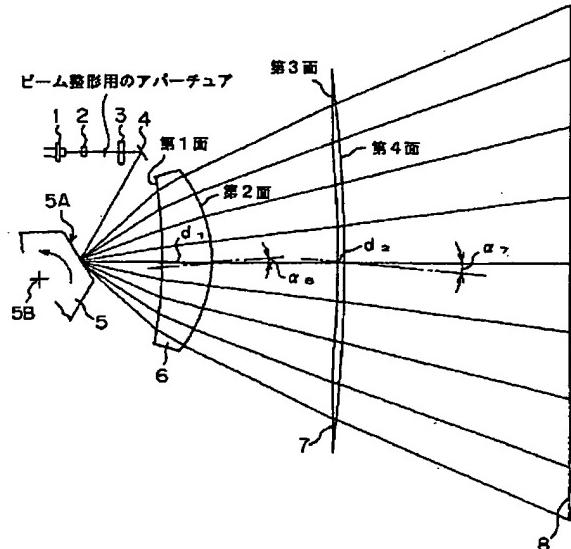
最終頁に続く

(54)【発明の名称】走査結像レンズおよび光走査装置

(57)【要約】

【課題】共役化機能と等速化機能を良好に保ちつつ、主・副走査方向の像面湾曲を良好に補正する。

【解決手段】主走査対応方向に長い線像に結像された光束を、上記線像の結像位置近傍に偏向反射面5Aを持つ光偏向器5により等角速度的に偏向させ、偏向光束を走査結像レンズにより被走査面8上に光スポットとして集光せしめて被走査面8の等速的な光走査を行なう光走査装置における走査結像レンズであって、2枚のレンズ6、7により構成され、光偏向器5側のレンズ6は、光偏向器側に凹面を向けた正メニスカスレンズで、両面が共軸非球面形状であり、被走査面8側のレンズ7は、少なくとも1面が、偏向面内において非円弧形状を有し、且つ、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心を主走査対応方向に連ねた曲率中心線が、偏向面内において上記非円弧形状とは異なる曲線となるように、上記副走査断面内における曲率半径が主走査対応方向に変化している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】主走査対応方向に長い線像に結像された光束を、上記線像の結像位置近傍に偏向反射面を持つ光偏向器により等角速度的に偏向させ、偏向光束を走査結像レンズにより被走査面上に光スポットとして集光せしめて上記被走査面の等速的な光走査を行なう光走査装置における走査結像レンズであって、

2枚のレンズにより構成され、
光偏向器側のレンズは、光偏向器側に凹面を向けた正メニスカスレンズで、両面が共軸非球面形状であり、
被走査面側のレンズは、少なくとも1面が、偏向面内において非円弧形状を有し、且つ、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心を主走査対応方向に連ねた曲率中心線が、偏向面内において上記非円弧形状とは異なる曲線となるように、上記副走査断面内における曲率半径を主走査対応方向に変化させた面であることを特徴とする走査結像レンズ。

【請求項2】請求項1記載の走査結像レンズにおいて、被走査面側のレンズの、偏向面内において非円弧形状を有し、且つ、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心を主走査対応方向に連ねた曲率中心線が、偏向面内において上記非円弧形状とは異なる曲線となるように、上記副走査断面内における曲率半径を主走査対応方向に変化させたレンズ面が、光偏向器側のレンズ面であることを特徴とする走査結像レンズ。

【請求項3】請求項2記載の走査結像レンズにおいて、被走査面側のレンズの、被走査面側のレンズ面は、偏向面内において円弧形状を有することを特徴とする走査結像レンズ。

【請求項4】請求項1または2または3記載の走査結像レンズにおいて、
被走査面側のレンズは、偏向面内における屈折力が負であることを特徴とする走査結像レンズ。

【請求項5】請求項1または2または3または4記載の走査結像レンズにおいて、
被走査面側のレンズの、偏向面内において非円弧形状を有し、且つ、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心を主走査対応方向に連ねた曲率中心線が、偏向面内において上記非円弧形状とは異なる曲線となるように、上記副走査断面内における曲率半径を主走査対応方向に変化させたレンズ面の上記曲率半径の絶対値が、主走査対応方向において光軸を離れるに従い、極大値に向かって滑らかかつ単調に増加し、極大位置を超えたのち、光軸を離れるに従い滑らかかつ単調に減少するように定められていることを特徴とする走査結像レンズ。

【請求項6】主走査対応方向に長い線像に結像された光束を、上記線像の結像位置近傍に偏向反射面を持つ光偏向器により等角速度的に偏向させ、偏向光束を走査結像レンズにより被走査面上に光スポットとして集光せしめて上記被走査面の等速的な光走査を行なう光走査装置で

あって、

走査結像レンズとして請求項1～5の任意の1に記載の走査結像レンズを用いることを特徴とする光走査装置。

【請求項7】請求項6記載の光走査装置において、光源からの光束をカップリングレンズにより平行光束とし、この平行光束を線像結像光学系により偏向反射面近傍に、主走査対応方向に長い線像として結像させることを特徴とする光走査装置。

【請求項8】請求項6または7記載の光走査装置において、

光偏向器が回転多面鏡であり、サグの影響を軽減するために、走査結像レンズの各レンズが、偏向面内でティルト角を与えられていることを特徴とする光走査装置。

【請求項9】主走査対応方向に長い線像に結像された光束を、上記線像の結像位置近傍に偏向反射面を持つ光偏向器により等角速度的に偏向させ、偏向光束を走査結像レンズにより被走査面上に光スポットとして集光せしめて上記被走査面の等速的な光走査を行なう光走査装置における走査結像レンズであって、

2枚のレンズにより構成され、
光偏向器側のレンズは、光偏向器側に凹面を向けた正メニスカスレンズで、両面が共軸非球面形状であり、
被走査面側のレンズは、被走査面側の面が、偏向面内において非円弧形状を有し、且つ、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心を主走査対応方向に連ねた曲率中心線が、偏向面内において上記非円弧形状とは異なる曲線となるように、上記副走査断面内における曲率半径を主走査対応方向に変化させた面であることを特徴とする走査結像レンズ。

【請求項10】請求項9記載の走査結像レンズにおいて、

被走査面側のレンズの、光偏向器側のレンズ面は、偏向面内において円弧形状を有することを特徴とする走査結像レンズ。

【請求項11】請求項9または10記載の走査結像レンズにおいて、

被走査面側のレンズは、偏向面内における屈折力が負であることを特徴とする走査結像レンズ。

【請求項12】請求項9または10または11記載の走査結像レンズにおいて、

被走査面側のレンズの、被走査面側のレンズ面の上記曲率半径の絶対値が、主走査対応方向において光軸を離れるに従い、極大値に向かって滑らかかつ単調に増加し、極大位置を超えたのち、光軸を離れるに従い滑らかかつ単調に減少するように定められていることを特徴とする走査結像レンズ。

【請求項13】主走査対応方向に長い線像に結像された光束を、上記線像の結像位置近傍に偏向反射面を持つ光偏向器により等角速度的に偏向させ、偏向光束を走査結像レンズにより被走査面上に光スポットとして集光せし

めて上記被走査面の等速的な光走査を行なう光走査装置であつて、
走査結像レンズとして請求項9～12の任意の1に記載の走査結像レンズを用いることを特徴とする光走査装置。

【請求項14】請求項13記載の光走査装置において、光源からの光束をカップリングレンズにより平行光束とし、この平行光束を線像結像光学系により偏向反射面近傍に、主走査対応方向に長い線像として結像させることを特徴とする光走査装置。

【請求項15】主走査対応方向に長い線像に結像された光束を、上記線像の結像位置近傍に偏向反射面を持つ光偏向器により等角速度的に偏向させ、偏向光束を走査結像レンズにより被走査面上に光スポットとして集光せしめて上記被走査面の等速的な光走査を行なう光走査装置における走査結像レンズであつて、

2枚のレンズにより構成され、
光偏向器側のレンズは、光偏向器側に凹面向けた正メニスカスレンズで、両面が共軸非球面形状で、両面とも、光軸を離れて周辺にいくに従い、曲率半径が小さくなるものであり、

被走査面側のレンズは、光偏向器側の面が、偏向面内において非円弧形状を有し、且つ、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心を主走査対応方向に連ねた曲率中心線が、偏向面内において上記非円弧形状とは異なる曲線となるように、上記副走査断面内における曲率半径を主走査対応方向に変化させた面であり、且つ、上記偏向面内における非円弧形状は、光軸近傍では光偏向器側に凹で、光軸を離れた周辺部分では光偏向器側に凸となる滑らかな曲線であることを特徴とする走査結像レンズ。

【請求項16】請求項15記載の走査結像レンズにおいて、
被走査面側のレンズの、被走査面側のレンズ面は、偏向面内において円弧形状を有することを特徴とする走査結像レンズ。

【請求項17】請求項15または16記載の走査結像レンズにおいて、
被走査面側のレンズは、偏向面内における屈折力が負であることを特徴とする走査結像レンズ。

【請求項18】請求項15～17の任意の1に記載の走査結像レンズにおいて、

被走査面側のレンズの、光偏向器側のレンズ面の、副走査断面内の曲率半径の絶対値が、主走査対応方向において光軸を離れるに従い、極大値に向かって滑らか且つ単調に増加し、極大位置を超えたのち、光軸を離れるに従い滑らか且つ単調に減少するように定められていることを特徴とする走査結像レンズ。

【請求項19】請求項15～18の任意の1に記載の走査結像レンズにおいて、
被走査面側のレンズの、光偏向器側のレンズ面の偏向面

内の非円弧形状が光軸に関して対称的であり、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心の主走査対応方向の変化が、光軸に関して対称的であり、
被走査面側のレンズ面も、偏向面内において光軸に関して対称的であることを特徴とする走査結像レンズ。

【請求項20】主走査対応方向に長い線像に結像された光束を、上記線像の結像位置近傍に偏向反射面を持つ光偏向器により等角速度的に偏向させ、偏向光束を走査結像レンズにより被走査面上に光スポットとして集光せしめて上記被走査面の等速的な光走査を行なう光走査装置

10 であつて、
走査結像レンズとして請求項15～19の任意の1に記載の走査結像レンズを用いることを特徴とする光走査装置。

【請求項21】主走査対応方向に長い線像に結像された光束を、上記線像の結像位置近傍に偏向反射面を持つ光偏向器により等角速度的に偏向させ、偏向光束を走査結像レンズにより被走査面上に光スポットとして集光せしめて上記被走査面の等速的な光走査を行なう光走査装置

20 であつて、
光偏向器は偏向反射面から離れた回転軸を有するものであり、
走査結像レンズとして請求項19記載の走査結像レンズを用い、光偏向器におけるサグの影響を補正するために、走査結像レンズを構成する各レンズに偏向面内においてティルト角を与えたことを特徴とする光走査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は走査結像レンズおよび光走査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】主走査対応方向に長い線像に結像された光束を、上記線像の結像位置近傍に偏向反射面を持つ光偏向器により等角速度的に偏向させ、偏向光束を走査結像レンズにより被走査面上に光スポットとして集光せしめて被走査面の等速的な光走査を行なう光走査装置は光プリンタやデジタル複写機等の「画像形成装置」に関連して広く知られている。上記「主走査対応方向」は、光源から被走査面に到る光路上で主走査方向に対応する方向を言い、上記光路上において、副走査方向と対応する方向を「副走査対応方向」と言う。また、光偏向器により「理想的に偏向された偏向光束」の主光線が、偏向に伴い掃引する平面をこの明細書において「偏向面」と呼ぶ。

【0003】上記走査結像レンズは、上記線像の結像位置と被走査面とを副走査対応方向に関して「幾何光学的に共役な関係」とする「共役化機能」と、光走査を等速化する「等速化機能」とを有する。上記共役化機能は光偏向器における偏向反射面の「面倒れ」を補正するための機能である。良好な光走査を実現するには、走査結像

レンズの上記共役化機能や等速化機能が良好であることに加え、主・副走査方向における像面湾曲を良好に補正されていることが必要である。主・副走査方向の像面湾曲の補正が十分でないと、光スポット径が光スポットの像高と共に変動し、書き込まれる画像の解像度を著しく低下させ、像質の低下を招くからである。副走査方向の像面湾曲を良好に補正するために、走査結像レンズにおける1以上のレンズ面において、副走査断面（該レンズ面近傍において主走査対応方向に直交する平断面）内における曲率半径を、主走査対応方向における位置に応じて変化させた走査結像レンズが知られている（例えば、特開平6-230308号公報）。上記公報記載の走査結像レンズは、副走査方向の像面湾曲が良好に補正されているが、副走査断面内における曲率半径が「主走査対応方向において光軸を離れるに従い単調に増加している」ため、偏向角：0と最大偏向角（有効主走査領域の端部に対応する）とで上記曲率半径が大きく異なる。このような面形状を持つレンズに偏心やシフト等の「組付け誤差」があると、副走査方向の像面湾曲が著しく劣化することになる。このため上記走査結像レンズは、組付けの公差が厳しく、そのため光走査装置の組立ての作業性が悪いという問題がある。

【0004】また、走査結像レンズは「プラスチック成形」で作製できるが、プラスチック成形の際、「ヒケ」や「ウネリ」が発生して、所望形状のレンズを得ることが困難な場合もある。また、プラスチックで形成されたレンズは温・湿度の変化の影響を受けて光学性能が変化し易い。さらに、光偏向器として一般的な「回転多面鏡」は、偏向反射面の回転軸が偏向反射面内に無いので、偏向反射面近傍に結像した線像と偏向反射面との位置関係が、回転多面鏡の回転とともに変動する所謂「サグ」の問題がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、光走査装置および走査結像レンズにおいて、共役化機能と等速化機能を良好に保ちつつ、主・副走査方向の像面湾曲を良好に補正することを課題とする。また、走査結像レンズをプラスチック成形で作製する場合に、ヒケやウネリが発生しにくくすること、走査結像レンズをプラスチックレンズとして構成した場合に、温・湿度の変化の影響を受けにくくすること、走査結像レンズの光走査装置への組付けの公差に対する許容度を有効に緩和せること、偏向器として回転多面鏡を用いる場合、光走査へのサグの影響を有効に軽減すること等を他の課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】この発明の「走査結像レンズ」は、主走査対応方向に長い線像に結像された光束を、上記線像の結像位置近傍に偏向反射面を持つ光偏向器により等角速度的に偏向させ、偏向光束を走査結像レンズにより被走査面上に光スポットとして集光せしめて

被走査面の等速的な光走査を行なう光走査装置において、光偏向器と被走査面との間の光路上に配備されるレンズ系であって、以下の如き特徴を有する（請求項

1）。即ち、走査結像レンズは、2枚のレンズにより構成される。これら2枚のレンズのうち、光偏向器側のレンズは「光偏向器側に凹面向けた正メニスカスレンズで、両面が共軸非球面形状」である。また、被走査面側のレンズは、少なくとも1面が、偏向面内において非円弧形状を有し、且つ、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心を主走査対応方向に連ねた曲率中心線が、偏向面内において、上記非円弧形状とは異なる曲線となるように、副走査断面内における曲率半径が主走査対応方向に変化するような面形状を有する。「副走査断面」は、前述のように、上記レンズ面近傍において、主走査対応方向に直交する平断面を言う。走査結像レンズを構成する2枚のレンズは、後述のように、サグの影響を軽減させるため、偏向面内においてティルト角を与えられることができるが、このような場合、上記副走査断面は、各レンズにおいてティルト角を0とした場合、即ち

20 「ティルト角を与えられる以前の状態において、主走査対応方向に直交する平断面」を言う。

【0007】「非円弧形状」は、レンズ光軸方向に座標：Xをとり、光軸直交方向に座標：Yをとると、近軸曲率半径をR、円錐定数をK、高次の係数をA、B、C、D、…として、周知の、

$$X = (Y^4/R) / [1 + \sqrt{1 - (1 + K)(Y/R)^2}] + A \cdot Y^4 + B \cdot Y^2 + C \cdot Y^0 + D \cdot Y^{-2} \dots \quad (1)$$

なる式におけるR、K、A、B、C、D、…を与えて特定される曲線形状である。上記光偏向器側のレンズは

30 「メニスカスレンズ」であるので、中央と周辺部、特に、主走査対応方向における中央部と周辺部との肉厚差を有効に軽減する「均肉化」が可能であり、これをプラスチック等の樹脂で成形加工により作製する際の「ヒケやウネリ」といった変形を有効に防止できる。また、光偏向器側のレンズは、凹面を光偏向器側に向けて配備されるので、主走査対応方向の中央部と周辺部で「入射側レンズ面への、偏向の起点からの距離」の変化が小さく、従って上記中央部と周辺部との「副走査対応方向の横倍率の差」を少なくできる。

40 【0008】上記のように、請求項1記載の走査結像レンズは、偏向面内での形状は、少なくとも3面が「非円弧形状」であるから、この非円弧形状を最適化することにより、主走査方向の像面湾曲や等速化特性を良好に補正することが可能となる。また、光軸に平行で偏向面に直交する面内での形状（前記ティルト角を与える場合には、ティルト角を0とした状態における形状）において、2面（光偏向器側のレンズの両面）が非円弧形状であり、被走査面側のレンズの少なくとも1面において、副走査断面内の曲率半径を主走査対応方向に変化させる50 ので、主走査方向の像面湾曲や等速化特性用に最適化さ

れた上記非円弧形状に応じて、上記曲率半径の変化を最適化することにより、副走査方向の像面湾曲を有効に補正することができる。上記被走査面側のレンズの「偏向面内において非円弧形状を有し、且つ、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心を主走査対応方向に連ねた曲率中心線が、偏向面内において上記非円弧形状とは異なる曲線となるように、副走査断面内における曲率半径を主走査対応方向に変化させたレンズ面」は、これを「光偏向器側のレンズ面」とすることができる（請求項2）。この場合、被走査面側のレンズの、被走査面側のレンズ面は「偏向面内において円弧形状」を有することができる（請求項3）。

【0009】また、被走査面側のレンズは、偏向面内における屈折力を負とすることができます（請求項4）。前述の如く、光偏向器側のレンズは「正メニスカスレンズ」であるので、このように、被走査面側のレンズの「偏向面内における屈折力」を負とすると、偏向面内における走査結像レンズの屈折力の組合せが「正・負」の組合せとなるので、走査結像レンズを構成する2枚のレンズを「共にプラスチックレンズ」として構成した場合、温・湿度変化の影響は、各レンズで互いに打ち消すように作用するので、走査結像レンズとしては温・湿度変化の影響を受けにくくなる。また、被走査面側のレンズの「偏向面内において非円弧形状を有し、且つ、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心を主走査対応方向に連ねた曲率中心線が、偏向面内において上記非円弧形状とは異なる曲線となるように、副走査断面内における曲率半径を主走査対応方向に変化させたレンズ面」の、上記曲率半径の絶対値が「主走査対応方向において光軸を離れるに従い極大値に向かって滑らか且つ単調に増加し、極大位置を超えたのち、光軸を離れるに従い滑らか且つ単調に減少する」ように定めることができる（請求項5）。主走査対応方向の座標を η とし、上記曲率半径を $r(\eta)$ とするとき、 $r(\eta)$ において主走査方向の位置誤差： $\Delta\eta$ があると、位置： η における曲率半径の誤差は $\{dr(\eta)/d\eta\}\Delta\eta$ であり、 $r(\eta)$ が η の増加に伴い単調増加する場合だと $\{dr(\eta)/d\eta\}$ が常に一定の符号になるので、 $\{dr(\eta)/d\eta\}\Delta\eta$ が著しく大きくなる可能性があるが、この発明におけるように、 $r(\eta)$ が極大を持てば、 $\{dr(\eta)/d\eta\}$ の符号が、極大の前後で変化するので $\{dr(\eta)/d\eta\}\Delta\eta$ は有効に小さくなる。従って、被走査面側のレンズの光走査装置への「組付けの公差に対する許容度」が有効に緩和される。

【0010】この発明の光走査装置は「主走査対応方向に長い線像に結像された光束を、線像の結像位置近傍に偏向反射面を持つ光偏向器により等角速度的に偏向させ、偏向光束を走査結像レンズにより被走査面上に光スポットとして集光せしめて被走査面の等速的な光走査を行なう光走査装置」であって、上記請求項1～5の任意

10

20

30

40

50

の1に記載の走査結像レンズを用いることを特徴とする（請求項6）。光源からの光束をカップリングレンズによりカップリングする際、カップリングされた光束が「弱い集束性もしくは弱い発散性の光束」となるようにしてもよいが、カップリングレンズにより「平行光束」とし、この平行光束を線像結像光学系により偏向反射面近傍に、主走査対応方向に長い線像として結像させるようできる（請求項7）。また、光偏向器として、回転多面鏡を用い、サグの影響を軽減させるために、走査結像レンズの各レンズに、偏向面内でティルト角を与えることができる（請求項8）。

【0011】請求項9記載の走査結像レンズは「主走査対応方向に長い線像に結像された光束を、線像の結像位置近傍に偏向反射面を持つ光偏向器により等角速度的に偏向させ、偏向光束を走査結像レンズにより被走査面上に光スポットとして集光せしめて被走査面の等速的な光走査を行なう光走査装置における走査結像レンズ」であって、以下の如き特徴を有する。即ち、請求項9記載の走査結像レンズは、2枚のレンズにより構成されるが、そのうちの「光偏向器側のレンズ」は、光偏向器側に凹面を向けた正メニスカスレンズで、両面が共軸非球面形状である。「被走査面側のレンズ」は、被走査面側の面が、偏向面内において非円弧形状を有し、且つ、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心を主走査対応方向に連ねた曲率中心線が、偏向面内において上記非円弧形状とは異なる曲線となるように、副走査断面内における曲率半径を主走査対応方向に変化させた面である。この場合、被走査面側のレンズの、光偏向器側のレンズ面は、偏向面内において円弧形状を有することができる（請求項10）。請求項9または10記載の走査結像レンズにおいて、被走査面側のレンズは、偏向面内における屈折力を負とすることができます（請求項11）、また、上記請求項9～11の任意の1に記載の走査結像レンズにおける「被走査面側のレンズ面の副走査断面内の曲率半径」の変化は、曲率半径の絶対値が、主走査対応方向において光軸を離れるに従い、極大値に向かって滑らか且つ単調に増加し、極大位置を超えたのち、光軸を離れるに従い滑らか且つ単調に減少するように定めることができる（請求項12）。勿論、請求項9～12記載の走査結像レンズも、回転多面鏡を光偏向器とする光走査装置に用いる場合には、サグの影響を軽減させるために、走査結像レンズの各レンズに、偏向面内でティルト角を与えたり、偏向面内で主走査対応方向にシフトさせたりすることができる。

【0012】請求項9～12記載の走査結像レンズも、請求項1記載の走査結像レンズと同様、光偏向器側のレンズが「メニスカスレンズ」であるので、これをプラスチック等の樹脂で成形加工により作製する際の「ヒケやウネリ」といった変形を有効に防止でき、光偏向器側のレンズは、凹面を光偏向器側に向けて配備されるので主

走査対応方向の中央部と周辺部との「副走査対応方向の横倍率の差」を少なくでき、偏向面内での形状は、少なくとも3面が「非円弧形状」であるから、この非円弧形状を最適化することにより、主走査方向の像面湾曲や等速化特性を良好に補正することが可能となる。また、光軸に平行で偏向面に直交する面内での形状（ティルト角を与える場合には、ティルト角を0とした状態における形状）において、2面が非円弧形状であり、被走査面側のレンズの被走査面側レンズ面において、副走査断面内の曲率半径を主走査対応方向に変化させるので、主走査方向の像面湾曲や等速化特性用に最適化された上記非円弧形状に応じて、上記曲率半径の変化を最適化することにより、副走査方向の像面湾曲を有効に補正することができる。また請求項1記載の走査結像レンズのように、被走査面側のレンズの偏向面内における屈折力を負とすることにより、請求項4記載の走査結像レンズの場合と同様、走査結像レンズを構成する2枚のレンズを「共にプラスチックレンズ」として構成した場合、温・湿度変化の影響を受けにくい。また、請求項12記載の走査結像レンズのように、被走査面側のレンズの、被走査面側レンズ面の副走査断面内の曲率半径の絶対値が「主走査対応方向において光軸を離れるに従い極大値に向かって滑らか且つ単調に増加し、極大位置を超えたのち、光軸を離れるに従い滑らか且つ単調に減少する」ように定めることにより、請求項5記載の走査結像レンズと同様に、被走査面側のレンズの光走査装置への「組付けの公差に対する許容度」が有効に緩和される。

【0013】請求項13記載の光走査装置は「主走査対応方向に長い線像に結像された光束を、上記線像の結像位置近傍に偏向反射面を持つ光偏向器により等角速度的に偏向させ、偏向光束を走査結像レンズにより被走査面上に光スポットとして集光せしめて上記被走査面の等速的な光走査を行なう光走査装置」であって、走査結像レンズとして請求項9～12の任意の1に記載の走査結像レンズを用いることを特徴とする。この場合、光源からの光束をカップリングレンズにより平行光束とし、この平行光束を線像結像光学系により偏向反射面近傍に、主走査対応方向に長い線像として結像させることができる（請求項14）。

【0014】請求項15記載の走査結像レンズは、主走査対応方向に長い線像に結像された光束を、上記線像の結像位置近傍に偏向反射面を持つ光偏向器により等角速度的に偏向させ、偏向光束を走査結像レンズにより被走査面上に光スポットとして集光せしめて上記被走査面の等速的な光走査を行なう光走査装置における走査結像レンズであって、2枚のレンズにより構成される。光偏向器側のレンズは、光偏向器側に凹面を向けた正メニスカスレンズで、両面が共軸非球面形状で、両面とも、光軸を離れて周辺にいくに従い、曲率半径が小さくなるものである。被走査面側のレンズは、光偏向器側の面が「偏

向面内において非円弧形状を有し、且つ、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心を主走査対応方向に連ねた曲率中心線が、偏向面内において上記非円弧形状とは異なる曲線となるように、副走査断面内における曲率半径を主走査対応方向に変化させた面」で、該レンズ面の偏向面内における非円弧形状は「光軸近傍では光偏向器側に凹で、光軸を離れた周辺部分に、光偏向器側に凸となる部分をもつ滑らかな曲線」である。この発明の走査結像レンズのように、2枚構成で構成する場合、光偏向器側のレンズは、光学配置の大型化を防ぐ観点からすると、なるべく光偏向器に近付けて配備できることが好ましい。このような光学配置を考慮すると、上記の如く、光偏向器側のレンズを「光偏向器側に凹面を向けたメニスカスレンズ」とすることは理にかなっている。光偏向器により偏向される光束で、走査結像レンズに入射する最大偏向角が40度前後に達することを考えると、光偏向器側のレンズへの入射角が過大とならないようになると（入射角が大きくなると収差の補正が困難になる）には、光偏向器側のレンズ面は「光軸を離れて周辺にいくに従い、曲率半径が小さくなる」のが好ましい。ところが、このようにすると光偏向器側のレンズを透過した光束の、偏向面内における光軸側への光路屈曲をあまり大きくすることができず、リニアリティやfθ特性等、光走査の等速性を担保する機能（等速化機能）が不足ぎみになる。請求項15記載の走査結像レンズでは、この点を考慮し、被走査面側のレンズの、光偏向器側のレンズ面の偏向面内での形状を「光軸近傍では光偏向器側に凹で、光軸を離れた周辺部分に、光偏向器側に凸となる部分をもつ滑らかな曲線」とし、上記光偏向器側のレンズの周辺部での等速化機能の不足分を「光軸を離れた周辺部分の、光偏向器側に凸となる部分」で有効に補正することにより、等速化機能を良好ならしめるのである。

【0015】請求項15記載の走査結像レンズにおいて、被走査面側のレンズの、被走査面側のレンズ面は「偏向面内において円弧形状を有する」ことができる（請求項16）。また、請求項15または16記載の走査結像レンズにおいて、被走査面側のレンズは「偏向面内における屈折力が負である」ようできる（請求項17）。請求項15～17の任意の1に記載の走査結像レンズにおいては、被走査面側のレンズの、光偏向器側のレンズ面の、副走査断面内の曲率半径の絶対値が、主走査対応方向において光軸を離れるに従い、極大値に向かって滑らか且つ単調に増加し、極大位置を超えたのち、光軸を離れるに従い滑らか且つ単調に減少するように定めることができる（請求項18）。このようにすると、請求項5記載の走査結像レンズと同じ理由により、被走査面側のレンズの光走査装置への「組付けの公差に対する許容度」が有効に緩和される。請求項15～18の任意の1に記載の走査結像レンズにおいては、被走査面側のレンズの、光偏向器側のレンズ面の偏向面内の非円弧

形状を光軸に関して対称的とし、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心の主走査対応方向の変化を光軸に閑して対称的とし、被走査面側のレンズ面も、偏向面内において光軸に関して対称であるようにすることができる（請求項19）。被走査面側のレンズは、光偏向器側に特殊な面形状を持つレンズであるが、請求項19では、レンズ面の形状が光軸対称となるので、レンズの作製（成形で製造する場合は、金型の作製）が容易になる。先に挙げた特開平6-230308号公報開示の発明における特殊面は、光軸に関して非対称であるので、このような面を持つレンズの作製は必ずしも容易ではない。

【0016】請求項20記載の光走査装置は、主走査対応方向に長い線像に結像された光束を、上記線像の結像位置近傍に偏向反射面を持つ光偏向器により等角速度的に偏向させ、偏向光束を走査結像レンズにより被走査面上に光スポットとして集光せしめて上記被走査面の等速的な光走査を行なう光走査装置であって、走査結像レンズとして請求項15～19の任意の1に記載の走査結像レンズを用いることを特徴とする。また、請求項21記載の光走査装置は、主走査対応方向に長い線像に結像された光束を、上記線像の結像位置近傍に偏向反射面を持つ光偏向器により等角速度的に偏向させ、偏向光束を走査結像レンズにより被走査面上に光スポットとして集光せしめて上記被走査面の等速的な光走査を行なう光走査装置であって、光偏向器は、回転多面鏡や回転2面鏡のように、偏向反射面から離れた回転軸を有するものであり、走査結像レンズとして請求項19記載の走査結像レンズを用い、光偏向器における「サグ」の影響を補正するために、走査結像レンズを構成する各レンズに偏向面内においてティルト角を与えたことを特徴とする。特開平6-230308号公報開示の発明では、走査結像レンズ内に「光軸に関して非対称な特殊形状の面」を含めることにより、サグの影響を補正しているが、請求項21記載の光走査装置に用いられる走査結像レンズでは、2枚のレンズは共に、レンズ面が主走査対応方向において光軸対称であるが、後述の実施例から明らかのように、各レンズにティルト角を与えることにより、像面弯曲や等速化機能に対するサグの影響を十分に補正することが可能である。

【0017】

【発明の実施の形態】図1は請求項6、7、8記載の光走査装置の実施の1形態を略示している。「光源」である半導体レーザ1から放射されたレーザ光束は、カップリングレンズ2によりカップリングされ、シリンドレンズ3により副走査対応方向（図面に直交する方向）にのみ集光されつつミラー4により反射され、光偏向器5の偏向反射面5A近傍の位置に「主走査対応方向（図面に平行な方向）に長い線像」に結像する。なお、この実施の形態においては、カップリングレンズ2によりカップ

リングされたレーザ光束は「平行光束」となる。ミラー4は、半導体レーザ1から偏向反射面5に到る光学系のレイアウト次第で省略してもよく、シリンドレンズ3は「凹シリンドミラー」で代替してもよい。この実施の形態において、光偏向器5は「回転多面鏡」で、その回転軸5Bは偏向反射面5Aと離れており、従って、この形態においては偏向反射面5Aの回転に伴う偏向反射面5Aと線像の結像位置のずれ、所謂「サグ」が発生する。

偏向反射面5Aによる反射光束は偏向反射面5の等速的な回転に従い、等角速度的に偏向し、偏向光束となってレンズ6、レンズ7を透過する。レンズ6とレンズ7は「走査結像レンズ」を構成する。走査結像レンズを透過した偏向光束は被走査面8に向かって集光し、被走査面8上に形成される光スポットにより、被走査面8が等速的に走査される。被走査面8の位置には通常「光導電性の感光体」が配備されるので、光スポットは実体的には感光体を光走査する。

【0018】走査結像レンズを構成する2枚のレンズ6、7のうち、光偏向器5側のレンズ6は「光偏向器の側に凹面を向けた正メニスカスレンズ」である。被走査面8側に配備されるレンズ7は、光偏向器側のレンズ面（第3面）が、「偏向面内において非円弧形状を有し、且つ、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心を主走査対応方向に連ねた曲率中心線が、偏向面内において上記非円弧形状とは異なる曲線となるように、上記副走査断面内における曲率半径が主走査対応方向に変化している面」である。レンズ7の光偏向器側の面の形状を図2を参照して説明する。なお、後述するように、レンズ6、7には偏向面内におけるティルト角が与えられているが、図2に即しての説明においては、ティルト角を0とした状態を想定して説明する。このとき、主走査対応方向および副走査対応方向は何れもレンズ7の光軸に直交する。図2において、Y軸を主走査対応方向に取る。X軸はレンズ7の光軸方向であり、X軸の正の方向（図で右の方向）は光偏向器側である。XY面が「偏向面」である。図2(a)において、X(Y)は、偏向面内におけるレンズ7の当該レンズ面の形状であり「非円弧形状」である。図2(a)において、r(η)は、主走査対応方向(Y方向)における位置座標: ηにおける「副走査断面内の曲率半径」を表している。曲率半径:r(η)

(η)は位置座標: ηに応じて変化し、位置: ηにおける「副走査断面内の曲率中心」を主走査対応方向へ連ねた曲率中心線Lは、「偏向面内において非円弧形状:X(Y)とは異なる曲線」である。このような面形状を以下「特殊トーリック面」と呼ぶ。図2(b)は、位置: η=0と、任意の位置: ηにおける副走査断面内における曲率半径の差の絶対値: |r(η)| - |r(0)|が主走査対応方向にどのように変化するかを示している。レンズ7の、被走査面8側の面は偏向面内において円弧形状であり、レンズ7は「偏向面内における屈折力が負」

である。図1に戻ると、レンズ6, 7には、サグの影響を有効に軽減するために、偏向面内においてティルト角： α_1 , α_2 がそれぞれ与えられている。

【0019】従って、図1に示す実施の形態は、主走査対応方向に長い線像に結像された光束を、線像の結像位置近傍に偏向反射面5Aを持つ光偏向器5により等角速度的に偏向させ、偏向光束を走査結像レンズ6, 7により被走査面8上に光スポットとして集光せしめて被走査面8の等速的な光走査を行なう光走査装置であり（請求項6）、光源1からの光束をカップリングレンズ2により平行光束とし、この平行光束を線像結像光学系3により偏向反射面5A近傍に、主走査対応方向に長い線像として結像させる（請求項7）。そして、光偏向器5は「回転多面鏡」であり、サグの影響を軽減させるために、走査結像レンズの各レンズ6, 7が、偏向面内でティルト角： α_1 , α_2 を与えられている（請求項8）。また、走査結像レンズは、上記光走査装置における走査結像レンズであって、2枚のレンズ6, 7により構成され、光偏向器5側のレンズ6は、光偏向器側に凹面を向けた正メニスカスレンズで、両面が共軸非球面形状であり、被走査面8側のレンズ7は、少なくとも1面が、偏向面内において非円弧形状（図2(a)のX(Y)）を有し、且つ、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心を主走査対応方向に連ねた曲率中心線（図2(a)のL）が、偏向面内において非円弧形状：X(Y)とは異なる曲線となるように、副走査断面内における曲率半径を主走査対応方向に変化させたものである（請求項1, 2）。そして、レンズ7の、被走査面8側のレンズ面は「偏向面内において円弧形状」であり（請求項3）、レンズ7は、偏向面内における屈折力が負である（請求項4）。さらに、レンズ7における光偏向器側の面における、副走査断面内における曲率半径の上記曲率半径の絶対値： $|r(\eta)|$ は、図2(b)に示すように、主走査対応方向(Y方向)において光軸(X軸)を離れるに従い、 $|r(0)|$ から、極大値に向かって滑らか且つ単調に増加し、極大位置を超えたのち、光軸を離れるに従い滑らか且つ単調に減少するように定められている（請求項5）。

【0020】図4は、請求項13, 14記載の光走査装置の実施の1形態を略示している。繁雑を避けるため、混同の虞れが無いと思われるものについては図1に於けると同じ符号を用いた。「光源」である半導体レーザ1から「回転多面鏡」である光偏向器5に至る部分および被走査面8は、図1に示す実施の形態と同様である。カップリングレンズ2によりカップリングされたレーザ光束は、この実施の形態においても「平行光束」となるが、勿論、カップリングされた光束は走査結像レンズ次第で「弱い発散性もしくは弱い集束性の光束」となってもよい。ミラー4は、半導体レーザ1から偏向反射面5に到る光学系のレイアウト次第で省略してもよく、シリ

ンダレンズ3は「凹シリンダミラー」で代替してもよい。偏向反射面5Aによる反射光束は偏向反射面5の等速的な回転に従い、等角速度的に偏向し、偏向光束となってレンズ6A、レンズ7Aを透過する。レンズ6Aとレンズ7Aは「走査結像レンズ」を構成する。走査結像レンズを透過した偏向光束は被走査面8に向かって集光し、被走査面8上に形成される光スポットにより、被走査面8が等速的に走査される。勿論、光スポットは実体的には感光体を光走査する。

- 10 【0021】走査結像レンズを構成する2枚のレンズ6A, 7Aのうち、光偏向器5側のレンズ6Aは「光偏向器の側に凹面を向けた正メニスカスレンズ」である。被走査面8側に配備されるレンズ7Aは、被走査面側のレンズ面（第4面）が「偏向面内において非円弧形状を有し、且つ、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心を主走査対応方向に連ねた曲率中心線が、偏向面内において上記非円弧形状とは異なる曲線となるよう、上記副走査断面内における曲率半径が主走査対応方向に変化している面」であり、この面形状は「図2に即して説明した特殊トーリック面」である。図4の実施の形態では、レンズ6A, 7Aには、偏向面内におけるティルト角やシフトが与えられていないが、ティルト各やシフトを与えてよいことは言うまでもない。レンズ7Aの、光偏向器5側の面は「偏向面内において円弧形状」であり、レンズ7Aは「偏向面内における屈折力が負」である。従って、図4に示す実施の形態は、主走査対応方向に長い線像に結像された光束を、線像の結像位置近傍に偏向反射面5Aを持つ光偏向器5により等角速度的に偏向させ、偏向光束を走査結像レンズ6A, 7Aにより被走査面8上に光スポットとして集光せしめて被走査面8の等速的な光走査を行なう光走査装置であり（請求項13）、光源1からの光束をカップリングレンズ2により平行光束とし、この平行光束を線像結像光学系3により偏向反射面5A近傍に、主走査対応方向に長い線像として結像させる（請求項14）。
- 20 【0022】また、走査結像レンズは、上記光走査装置における走査結像レンズであって、2枚のレンズ6A, 7Aにより構成され、光偏向器5側のレンズ6Aは、光偏向器側に凹面を向けた正メニスカスレンズで、両面が共軸非球面形状であり、被走査面8側のレンズ7は、被走査面側のレンズ面が、偏向面内において非円弧形状（図2(a)のX(Y)）を有し、且つ、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心を主走査対応方向に連ねた曲率中心線（図2(a)のL）が、偏向面内において非円弧形状：X(Y)とは異なる曲線となるよう、副走査断面内における曲率半径を主走査対応方向に変化させたものである（請求項9）。そして、レンズ7Aの、光偏向器5側のレンズ面は「偏向面内において円弧形状」であり（請求項10）、レンズ7Aは、偏向面内における屈折力が負である（請求項11）。さらに、レンズ7に
- 30
- 40
- 50

おける被走査面側のレンズ面における、副走査断面内における曲率半径の上記曲率半径の絶対値： $|r(\eta)|$ は、図2(b)のものと同様に、主走査対応方向(Y方向)において光軸(X軸)を離れるに従い、 $|r(0)|$ から、極大値に向かって滑らか且つ単調に増加し、極大位置を超えたのち、光軸を離れるに従い滑らか且つ単調に減少するように定められている(請求項12)。

【0023】

【実施例】以下に、図1、4に示した実施の形態の実施例を示す。以下に示す実施例1、2とも、半導体レーザ1から光偏向器5に至る光路上の光学系を「第1群」、光偏向器5から被走査面8に至る光路上の光学系を「第2群」とする。半導体レーザ1のカバーガラス、偏向反射面、各レンズのレンズ面の曲率半径(円弧形状でないものについては近軸曲率半径)を主走査対応方向に関し

実施例1

第1群データ：

面番号	Rm	Rs	DL	N	
0			0.50		発光部
1	∞	∞	0.30	1.514	カバーガラス
2	∞	∞	10.00		
3	∞	∞	2.80	1.681	カップリングレンズ
4	-8.414	-8.414	20.00		
5	∞	48.00	3.00	1.514	シリンドリカルレンズ
6	∞	∞	91.4		

D=91.4は、シリンドリカルレンズの射出側面から光偏向器の偏向反射面(線像の結像位置)に至る距離である。

【0027】カップリングレンズの射出側面(上記面番号：4)は「共軸非球面」であり、カップリングされた光束は「実質的な平行光束」となる。該共軸非球面は、前記(1)式において、近軸曲率半径：R(=Rm=Rs)、円錐定数：K、Yに関する4次、6次、8次、10次の非球面係数：A、B、C、Dが以下の値を持つ。

第2群データ：

面番号	Rm	Rs	DL	N	α	
0	∞	∞	52.71	—		偏向反射面
1	-312.6	-312.6	31.40	1.527	-0.04	レンズ6
2	-82.95	-82.95	78.0			
3	-500.00	-47.85	3.50	1.527	+0.26	レンズ7
4	-700.00	-23.38				

D=52.71は、偏向反射面からレンズ6の入射側面までの距離である。

【0029】レンズ6の両面(上記面番号1、2)は「共軸非球面」、レンズ7の射出側面(上記面番号：4)は「ノーマルトロイダル面」である。即ち、面番号4のレンズ面は偏向面内の形状が「円弧形状」である。レンズ6の入射側面：前記(1)式において、近軸曲率半径：R(=Rm=Rs)、円錐定数：K、Yに関する4次、6次、8次、10次の非球面係数：A、B、C、Dは、以下の値を持つ。

てRm、副走査対応法方向に関してRsとし、光軸上の間隔をDL、材質の屈折率をNとする。「長さの次元」を有する量は「mm」単位とする。

【0024】最初に挙げる実施例1は、図1の実施の形態に関する具体的な実施例である。

【0025】光源としての半導体レーザ1として発光波長：670nmのものを用い、光偏向器5としては、偏向反射面数：6、偏向反射面の内接円半径：25mmの回転多面鏡を用いた。光路折り曲げ用のミラー4の側から光偏向器5に入射する光束の入射方向と(ティルト角： $\alpha_1 = \alpha, \equiv 0$ としたときの)走査結像光学系のレンズ6、7の光軸とが成す角は60度である。また、走査結像レンズのレンズ6の画角は、±42度である。

【0026】

$$R = -8.414, K = -0.021, A = 1.23 \\ E-4, B = 1.36E-6, C = 1.24E-8, D = 1.54E-10$$

なお「E-4」等は「べき乗」を示す。例えば上記「E-4」は「10^-4」を意味し、この値がその直前の数値に掛かる。

【0028】第2群において、「 α 」は前述の「ティルト角(時計回りを「正」とし、単位は「度」とする)」を表す。

は、以下の値を持つ。

$$R = -312.6, K = 2.667, A = 1.79 \\ E-7, B = -1.08E-12, C = -3.18E-14, D = 3.74E-18$$

レンズ6の射出側面：前記(1)式において、近軸曲率半径：R(=Rm=Rs)、円錐定数：K、Yに関する4次、6次、8次、10次の非球面係数：A、B、C、Dは、以下の値を持つ。

$$50 R = -82.95, K = 0.02, A = 2.50E$$

$B = 9.61E-12$, $C = 4.54E-15$,
 $D = -3.03E-18$

このように特定されるレンズ6の両レンズ面の形状は「光軸を離れて周辺にいくに従い曲率半径が小さくな

$$Cs(Y) = \{1/Rs(0)\} + \sum c_i \cdot Y^{**j} (j=1, 2, 3, \dots) \quad (2)$$

において、 $Rs(0)$, c_i を与えて特定される。主走査対応方向の位置： Y における副走査断面内の曲率半径は「 $1/Cs(Y)$ 」である。「 Y^{**j} 」は Y の j 乗を表す。

【0031】上記非円弧形状は前記(1)式で表現され、近軸曲率半径： R (= R_m)、円錐定数： K 、 Y に関する4次、6次、8次、10次の非球面係数： A , B , C , D は、以下の値を持つ。

$$R = -500.00, K = -71.73, A = 4.33E-8, B = -5.97E-13, C = -1.28E-16, D = 5.73E-21$$

偏向面内におけるこの非円弧形状は、光軸近傍では光偏向器側に凹で、光軸を離れた周辺部分では光偏向器側に凸となる滑らかな曲線である。また、上記(2)式における、 $Rs(0)$, c_i は以下の値を持つ。

$$Rs(0) (=R) = -47.85, b_1 = 1.59E-3, b_2 = -2.32E-7, b_3 = 1.60E-11, b_4 = -5.61E-16, b_{11} = 2.18E-20, b_{12} = -1.25E-24$$

Y の奇数次に関する係数は全て0であり、従って、レンズ7の入射側面に関する(2)式は Y 方向に関して光軸対称である。

【0032】上記の如く決定された「 $Cs(Y)$ 」に基づき、曲率半径の絶対値を求めて見ると、絶対値は、図2(b)に示したように「主走査対応方向において光軸を離れるに従い、極大値に向かって滑らか且つ単調に増加し、極大位置を超えたのち、光軸を離れるに従い滑らか且つ単調に減少する」ように変化する。上述の如く、レンズ7の射出側面は「ノーマルトロイダル面」であるから、以上により、走査結像レンズを含め光学系の配置が全て決定されることになる。実施例に関する像面湾曲の図と等速化特性を図3に示す。図3(a)に示す像面湾曲の図において、破線は「主走査対応方向の像面湾曲」、実線は「副走査方向の像面湾曲」を示す。これら主・副走査方向の像面湾曲は、何れも、絶対値で1mm以下であり極めて良好である。図3(b)において破線は「 $f\theta$ 特性」、実線は「リニアリティ」を示している。これらの図において縦座標における「 Y 」は、主走査対応方向の座標ではなく「光スポットの像高」を表している。像面湾曲や等速化特性は、光スポットの像高のプラス側とマイナス側とで非対称的であるが、これは前述の「サグ」の影響によるものである。前記ティルト角： α_1 , α_2 を共に0とすると、像面湾曲や等速化特性の非対称性がもっと顕著に現われて、光スポットの像高のプラス側あるいはマイナス側で像面湾曲や等速化特性

る」ような形状である。

【0030】レンズ7の入射側面は、偏向面内において「非円弧形状」であり、上記ティルト角： $\alpha_1 = 0$ の状態において、副走査断面内の曲率： $Cs(Y)$ は、

が劣化するが、上記のようにティルト角を与えたことにより、像面湾曲・等速化特性とも、光スポットの像高のプラス側およびマイナス側で良好に補正されているのである。

- 10 【0033】即ち、実施例1に示された走査結像レンズは、2枚のレンズにより構成され、光偏向器側のレンズは、光偏向器側に凹面向けた正メニスカスレンズで、両面が共軸非球面形状で、両面とも、光軸を離れて周辺にいくに従い、曲率半径が小さくなるものあり、被走査面側のレンズは、光偏向器側の面が、偏向面内において非円弧形状を有し、且つ、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心を主走査対応方向に連ねた曲率中心線が、偏向面内において上記非円弧形状とは異なる曲線となるように、副走査断面内における曲率半径を主走査対応方向に変化させた面であり、偏向面内における非円弧形状は、光軸近傍では光偏向器側に凹で、光軸を離れた周辺部分では光偏向器側に凸となる滑らかな曲線である(請求項15)。また、被走査面側のレンズの、被走査面側のレンズ面は、偏向面内において円弧形状を有し(請求項16)、被走査面側のレンズは、偏向面内における屈折力が負であり(請求項17)、被走査面側のレンズの、光偏向器側のレンズ面の、副走査断面内の曲率半径の絶対値は、主走査対応方向において光軸を離れるに従い、極大値に向かって滑らか且つ単調に増加し、極大位置を超えたのち、光軸を離れるに従い滑らか且つ単調に減少するように定められており(請求項18)、被走査面側のレンズの、光偏向器側のレンズ面の偏向面内の非円弧形状が光軸に関して対称的で、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心の主走査対応方向の変化が、光軸に関して対称的であり、被走査面側のレンズ面も、偏向面内において光軸に関して対称的である(請求項19)。そして、光偏向器は偏向反射面から離れた回転軸を有するものあり、走査結像レンズを構成する各レンズには、サグの影響を補正するために、偏向面内においてティルト角が与えられている(請求項20, 21)。

- 40 【0034】次に挙げる実施例2は図4に示す実施の形態に関する具体的な実施例である。光源としての半導体レーザ1として発光波長：655nmのものを用い、光偏向器5としては、偏向反射面数：5、偏向反射面の内接円半径：13mmの回転多面鏡を用いた。光路折り曲げ用のミラー4の側から光偏向器5に入射する光束の入射方向と走査結像光学系のレンズ6A, 7Aの光軸とが成す角は60度である。レンズ6Aの画角は±42度である。

実施例2

第1群データ:

面番号	Rm	Rs	DL	N	
0			0.50		発光部
1	∞	∞	0.30	1.514	カバーガラス
2	∞	∞	12.00		
3	52.583	52.583	3.80	1.514	カップリングレンズ
4	-8.71	-8.71	38.04		
5	∞	48.00	3.00	1.514	シリンドリカルレンズ
6	∞	∞	91.3		

D = 91.3は、シリンドリカルレンズの射出側面から光偏向器の偏向反射面（線像の結像位置）に至る距離である。

【0035】カップリングレンズの両面（上記面番号：3, 4）は「共軸非球面」であり、カップリングされた光束は「実質的な平行光束」となる。これら共軸非球面は、前記（1）式において近軸曲率半径：R（=Rm=R_s）、円錐定数：K、Yに関する4次、6次、8次、10次の非球面係数：A、B、C、Dを与えることにより特定される。

カップリングレンズの入射側面：R = 52.583, K = 157.686, A = -1.80E-4, B = -4.13E-6, C = 2.34E-7, D = -3.59E-8

カップリングレンズの射出側面：

R = -8.71, K = -0.31, A = 5.92E-5, B = 2.50E-7, C = 1.20E-7, D = -5.63E-9。

【0036】

20

第2群データ:

面番号	Rm	Rs	DL	N	α	
0	∞	∞	52.35		-	偏向反射面
1	-312.6	-312.6	31.40	1.527	-0.04	レンズ6
2	-82.95	-82.95	78.0			
3	-550.00	-45.00	8.00	1.527	+0.26	レンズ7
4	-1000.0	-23.38				

D = 52.35は、偏向反射面からレンズ6の入射側面までの距離である。

【0037】レンズ6 Aの両面（上記面番号1, 2）は「共軸非球面」、レンズ7 Aの入射側面（上記面番号：3）は「ノーマルトロイダル面」である。即ち、面番号3のレンズ面は偏向面内の形状が「円弧形状」である。レンズ6 Aの入射側面：前記（1）式において、近軸曲率半径：R（=Rm=Rs）、円錐定数：K、Yに関する4次、6次、8次、10次の非球面係数：A、B、C、Dは、以下の値を持つ。

R = -312.6, K = 2.667, A = 1.79E-7, B = -1.08E-12, C = -3.18E-14, D = 3.74E-18

レンズ6 Aの射出側面：前記（1）式において、近軸曲率半径：R（=Rm=Rs）、円錐定数：K、Yに関する4次、6次、8次、10次の非球面係数：A、B、C、Dは、以下の値を持つ。

R = -82.95, K = 0.02, A = 2.50E-7, B = 9.61E-12, C = 4.54E-15, D = -3.03E-18。

【0038】レンズ7 Aの射出側面（面番号4）は、偏向面内において「非円弧形状」であり、副走査断面内の曲率：Cs(Y)は、前記（2）式において、Rs(0), c

を与えて特定される。主走査対応方向の位置：Yにおける副走査断面内の曲率半径は「1/Cs(Y)」である。

【0039】上記「非円弧形状」は前記（1）式で表現され、近軸曲率半径：R（=Rm）、円錐定数：K、Yに関する4次、6次、8次、10次の非球面係数：A、B、C、Dは、以下の値を持つ。

R = -1000.0, K = 25.81, A = -8.20E-8, B = 1.11E-12, C = 2.22E-16, D = -1.00E-20

また、上記（2）式における、Rs(0), c₁は以下の値を持つ。

40 Rs(0) (=R) = -45.0, b₁ = 3.47E-6, b₂ = -7.34E-8, b₃ = 1.41E-11, b₄ = -6.40E-16, b₅ = 3.71E-20, b₆ = -4.02E-24

Yの奇数次に関する係数は全て0で、レンズ7 Aの射出側面に関する（2）式はY方向に関して光軸対称である。

【0040】上記の如く決定された「Cs(Y)」に基づき、曲率半径の絶対値を求めて見ると、絶対値は、図2 (b) の例と同様に「主走査対応方向において光軸を離れるに従い、極大値に向かって滑らか且つ単調に増加

50

し、極大位置を超えたのち、光軸を離れるに従い滑らか且つ単調に減少する」ように変化する。上述の如く、レンズ7の入射側面は「ノーマルトロイダル面」であるから、以上により、走査結像レンズを含め光学系の配置が全て決定されることになる。実施例に関する像面湾曲の図と等速化特性を図3に倣って図5(a)に示す。像面湾曲・等速化特性ともに良好である。

【0041】

【発明の効果】以上に説明したように、この発明によれば走査結像レンズおよび光走査装置を実現できる。この発明の走査結像レンズでは、光偏向器側のレンズはメニスカスレンズであるので、中央と周辺部、特に主走査対応方向における中央部と周辺部との肉厚差を有効に軽減する「均肉化」が可能であり、これをプラスチック等の樹脂で成形加工により作製する際の「ヒケやウネリ」といった変形を有効に防止できる。また、光偏向器側のレンズは、凹面を光偏向器側に向けて配備されるので、主走査対応方向の中央部と周辺部で入射側レンズ面への偏向の起点からの距離の変化が小さく、従って「副走査対応方向の横倍率の差」を少なくできる。

【0042】また、走査結像レンズは、偏向面内での形状は、少なくとも3面が「非円弧形状」であるから、この非円弧形状を最適化することにより、主走査方向の像面湾曲や等速化特性を良好に補正することが可能となり、光軸に平行で偏向面に直交する面内での形状において、2面が非円弧形状であり、被走査面側のレンズの少なくとも1面において副走査断面内の曲率半径を主走査対応方向に変化させて、主走査方向の像面湾曲や等速化特性用に最適化された上記非円弧形状に応じて、上記曲率半径の変化を最適化することにより、副走査方向の像面湾曲を有効に補正することができる。また、請求項4、11、17記載の走査結像レンズでは、被走査面側のレンズは偏向面内における屈折力が負で、光偏向器側のレンズは正メニスカスレンズであるので、偏向面内における走査結像レンズの屈折力の組合せが「正・負」の組合せとなり、走査結像レンズを構成する2枚のレンズを共にプラスチックレンズとして構成した場合、温・湿度変化の影響が各レンズで互いに打ち消すように作用

し、走査結像レンズとしては温・湿度変化の影響を受けにくい。また、請求項5、12、18記載の走査結像レンズでは、被走査面側のレンズの「偏向面内において非円弧形状を有し、且つ、該レンズ面における副走査断面内の曲率中心を主走査対応方向に連ねた曲率中心線が、偏向面内において上記非円弧形状と異なる曲線となるよう、副走査断面内における曲率半径を主走査対応方向に変化させたレンズ面(特殊トリック面)」の上記曲率半径の絶対値が「主走査対応方向において光軸を離れるに従い極大値に向かって滑らか且つ単調に増加し、極大位置を超えたのち、光軸を離れるに従い滑らか且つ単調に減少する」ように定められるので、被走査面側のレンズの光走査装置への「組付けの公差に対する許容度」が有効に緩和される。この発明の光走査装置は、上記の如き走査結像レンズを用いることにより、主・副走査方向の像面湾曲や等速特性の良好な光走査が可能である。請求項8、21記載の光走査装置は、光偏向器として回転多面鏡を用いる場合のサグの影響を有効に軽減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の光走査装置の実施の1形態を説明するための図である。

【図2】走査結像レンズの、被走査面側レンズのレンズ面形状を説明するための図である。

【図3】実施例1に関する像面湾曲および等速化特性の図である。

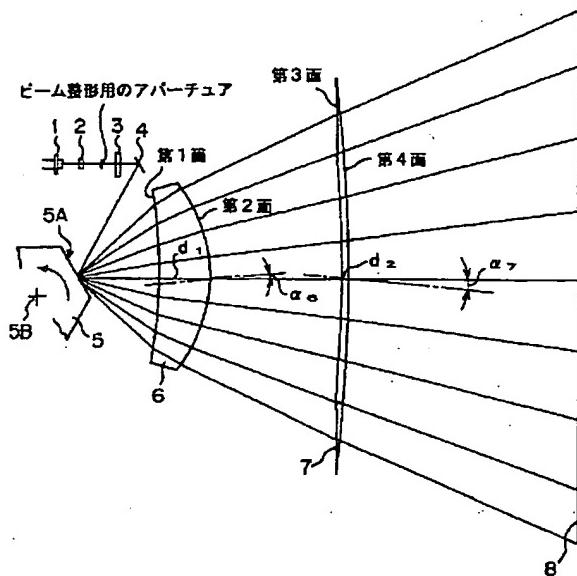
【図4】この発明の光走査装置の実施の別形態を説明するための図である。

【図5】実施例2に関する像面湾曲および等速化特性の図である。

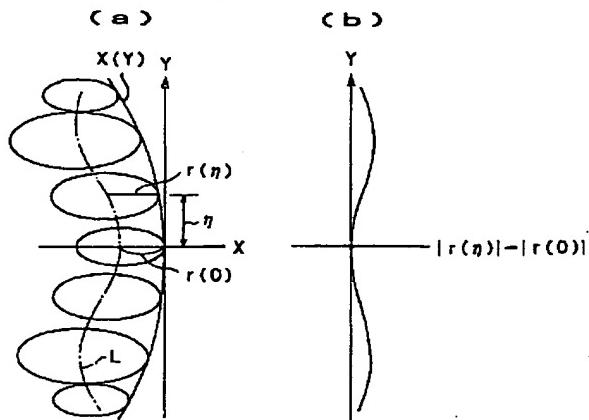
【符号の説明】

- 1 半導体レーザ(光源)
- 2 カップリングレンズ
- 3 シリンドリカルレンズ
- 5 光偏向器
- 6, 7, 6A, 7A 走査結像レンズ
- 8 被走査面

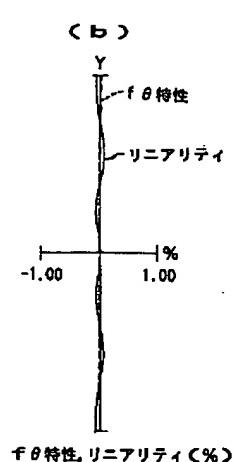
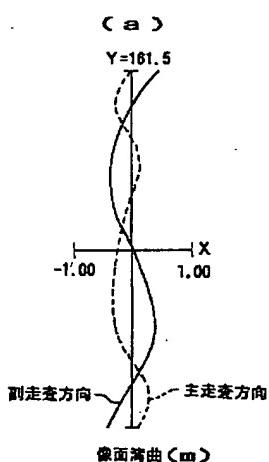
【図1】



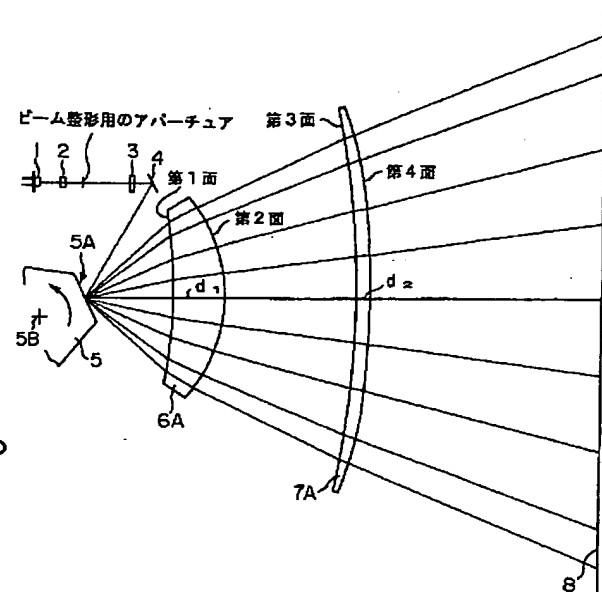
【図2】



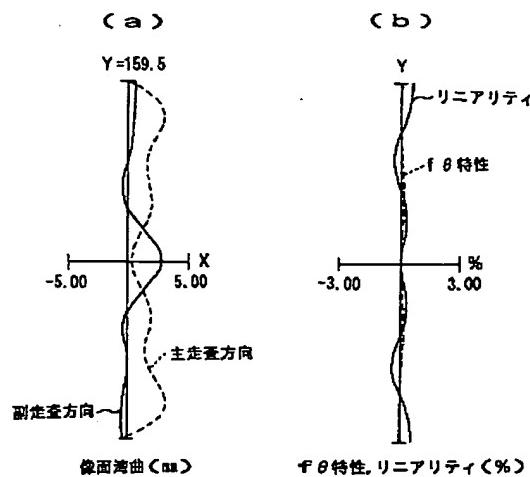
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H045 AA01 CA04 CA34 CA55 CA68
 CB15 CB22
 2H087 KA08 KA19 LA22 LA25 PA01
 PA02 PA17 PB01 PB02 QA01
 QA02 QA03 QA07 QA12 QA13
 QA14 QA22 QA33 QA34 QA37
 QA41 RA05 RA07 RA08 RA13
 RA42 UA01